



(12) EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
03.05.2000 Patentblatt 2000/18

(51) Int Cl. 7: B29C 45/27, B29C 45/30

(21) Anmeldenummer: 96918573.5

(86) Internationale Anmeldenummer:
PCT/CH96/00242

(22) Anmeldetag: 01.07.1996

(87) Internationale Veröffentlichungsnummer:
WO 97/02129 (23.01.1997 Gazette 1997/05)

(54) DÜSE ZUR SPRITZGUSSVERARBEITUNG VON KUNSTSTOFFEN

PLASTIC INJECTION MOULDING NOZZLE

BUSE DE MOULAGE PAR INJECTION DE MATIERES PLASTIQUES

(84) Benannte Vertragsslaaten:
AT CH DE FR IT LI

(72) Erfinder: Stern, Christian
3234 Vinez (CH)

(30) Priorität: 30.06.1995 CH 192895

(74) Vertreter: Frei, Alexandra Sarah
Frei Patentanwaltsbüro
Postfach 768
8029 Zürich (CH)

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
15.04.1998 Patentblatt 1998/16

(56) Entgegenhaltungen:
WO-A-95/05930 DE-A- 3 529 881
DE-U- 8 618 162 US-A- 4 268 241
US-A- 4 652 230 US-A- 4 787 836

(73) Patentinhaber: Stern, Christian
3234 Vinez (CH)

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Düse zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen:

[0002] In einer Spritzgussmaschine wird üblicherweise zunächst Kunststoffgranulat erhitzt und zu einer Kunststoffschmelze verflüssigt. Die Kunststoffschmelze gelangt durch eine Düse über einen Anschnitt am Düsenkopf zu einem Kunststoffformteil. Die Düse verfügt über eine Wärmequelle; die Wärmequelle kann entweder als direkte Heizung am Düsenkörper oder indirekt, mittels Wärmeleitung von anderen Teilen der Vorrichtung, Wärme an die Düse abgeben. Unbeheizte Düsen nehmen Wärme von einem Verteiler bzw. Heisskanalblock oder von einem beheizten Zylinder der Spritzgussmaschine auf.

[0003] Ein Problem bei solchen Düsen ist immer der Temperaturabfall im unbeheizten Düsenteil. Im Bereich der Wärmequelle ist die Temperatur der Kunststoffschmelze hoch, im wesentlichen gleich derjenigen der Wärmequelle. Wegen Wärmeverlusten infolge von Wärmeleitung, Konvektion und Strahlung nimmt jedoch die Temperatur der Kunststoffschmelze mit wachsendem Abstand vom beheizten Bereich ab. Am Anschnitt des Düsenkopfes kann sie wesentlich niedriger sein als im beheizten Bereich.

[0004] Der Temperaturabfall in der Düse kann zu fatalen Störungen des ganzen Verarbeitungsablaufs führen. Sobald die Temperatur der Kunststoffschmelze unter dem Kristallitschmelzpunkt des Kunststoffes liegt, friert das Schmelzgut ein, und die Düse wird funktionsunfähig. Will dies der Anlagenbediener durch eine Erhöhung der Heizleistung verhindern oder rückgängig machen, so kann es geschehen, dass das Schmelzgut durch Überhitzung im beheizten Bereich beschädigt wird.

[0005] Abgesehen von solchen Störungen haben konventionelle Spritzgussdüsen noch weitere Nachteile. Die oben beschriebenen Probleme machen die Bedienung und Überwachung der Anlage personalintensiv. Jeder Kunststoff ist nur in einem bestimmten Temperaturfenster verarbeitbar. Deshalb muss idealerweise für einen bestimmten Kunststoff die Düse so dimensioniert werden, dass an ihrem Eingang die maximale Verarbeitungstemperatur nicht über- und an ihrem Ausgang die minimale Verarbeitungstemperatur nicht unterschritten wird. Eine Verarbeitung von verschiedenen Kunststoffen mit derselben Düse kann also problematisch sein. Auch wenn eine bestimmte Düse den für einen bestimmten Kunststoff erforderlichen Temperaturbereich einhält, so kann sich ein grosser Temperaturabfall während der Verarbeitung trotzdem nachteilig sowohl auf das Fließverhalten der Kunststoffschmelze in der Düse als auch auf die Eigenschaften des Produktes auswirken. Ein erneutes Hochfahren der Anlage nach einem Einfrieren des Kunststoffes in der Düse kann problematisch sein, weil während des Aufheizvorgangs der Kunststoff im beheizten Bereich bereits geschmolzen,

im Anschnittbereich jedoch noch fest sein kann.

[0006] Diese Nachteile könnten teilweise verhindert werden, indem die Düse direkt beheizt wird. Damit müssen aber andere Nachteile in Kauf genommen werden.

5 Die Heizung - meist in Form von Heizbändern - der zur Regelung benötigte Thermofühler sowie die benötigten elektrischen Leitungen und Kontakte sind störungsanfällig. Sie benötigen außerdem viel Platz im Eintauchbereich.

10 [0007] Zur Verminderung der oben geschilderten Probleme ist ein Heisskanalsystem mit indirekt beheiztem Wärmeleititorpedo bekannt, bspw. aus der Informationschrift "Technische Kunststoffe: Berechnen - Gestalten - Anwenden. C.2.1 Heisskanalsystem indirekt beheizter Wärmeleititorpedo" der Hoechst AG, Ausgabe 1982, 4. Auflage. Bei einem solchen Heisskanalsystem befindet sich im unbeheizten Düsenteil ein "Wärmeleititorpedo", im folgenden "Torpedo" genannt. Dieser Torpedo ist im wesentlichen ein von der Kunststoffschmelze umflossener Stab im unbeheizten Düsenteil. Er hat guten thermischen Kontakt mit dem beheizten Düsenkörper und eine hohe Wärmeleitfähigkeit. Dank diesen Eigenschaften überträgt der Torpedo Wärme vom beheizten Düsenteil in den Anschnittbereich und sorgt dafür, dass die Formmasse bis in den Anschnittbereich schmelzflüssig bleibt.

15 [0008] Mit dem Torpedo kann zwar der Temperaturabfall im unbeheizten Düsenteil etwas verminder werden, doch reicht diese Verminderung im allgemeinen nicht aus, um die meisten oben geschilderten Nachteile zu beheben. Auch der Torpedo kann nicht verhindern, dass viel Wärme von der Kunststoffschmelze nach aussen, ins Spritzgusswerkzeug, abfließt. Er führt zwar Wärme durch die Mitte des Kanals, in welchem die

20 Kunststoffschmelze, fließt, nach, doch geht ein grosser Teil dieser Wärme ungehindert nach aussen verloren. Ferner zeigen Berechnungen, dass zur Verminderung des Temperaturabfalls dickwandige Torpedos und breite Durchflusskanäle erforderlich sind; dies führt dazu, dass der unbeheizte Düsenteil einen relativ grossen Durchmesser aufweist und viel Platz einnimmt.

25 [0009] Eine andere technische Massnahme zur Verminderung des unerwünschten Temperaturabfalls wird in der Patentschrift US-4,268,241 beschrieben. Gemäss dieser Schrift wird der vordere, unbeheizte Teil der Düse mit einem wärmeleitenden röhrenförmigen Einsatz versehen. Mit dieser Lösung wird das Problem des Temperaturabfalls ebenfalls verminder, aber nicht befriedigend gelöst. Der unbeheizte Düsenteil ist in der Düse gemäss US-4,268,241 relativ lang, so dass die Temperatur im unbeheizten Düsenteil zum Anschnitt hin relativ stark abnimmt. Dieser Nachteil ist dadurch bedingt, dass die Heizung mittels einer Schraubenmutter an der Düse befestigt ist. Auch bei dieser Lösung müssen relativ dickwandige Einsätze verwendet werden, was wiederum zu einem unerwünscht grossen Düsendurchmesser führt.

30 [0010] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den 35 Temperaturabfall im unbeheizten Düsenteil zu verhindern, ohne die Nachteile der oben beschriebenen Lösungen zu übernehmen. 40

45

50

55

60

65

70

75

80

85

90

95

100

105

110

115

120

125

130

135

140

145

150

155

160

165

170

175

180

185

190

195

200

205

210

215

220

225

230

235

240

245

250

255

260

265

270

275

280

285

290

295

300

305

310

315

320

325

330

335

340

345

350

355

360

365

370

375

380

385

390

395

400

405

410

415

420

425

430

435

440

445

450

455

460

465

470

475

480

485

490

495

500

505

510

515

520

525

530

535

540

545

550

555

560

565

570

575

580

585

590

595

600

605

610

615

620

625

630

635

640

645

650

655

660

665

670

675

680

685

690

695

700

705

710

715

720

725

730

735

740

745

750

755

760

765

770

775

780

785

790

795

800

805

810

815

820

825

830

835

840

845

850

855

860

865

870

875

880

885

890

895

900

905

910

915

920

925

930

935

940

945

950

955

960

965

970

975

980

985

990

995

1000

1005

1010

1015

1020

1025

1030

1035

1040

1045

1050

1055

1060

1065

1070

1075

1080

1085

1090

1095

1100

1105

1110

1115

1120

1125

1130

1135

1140

1145

1150

1155

1160

1165

1170

1175

1180

1185

1190

1195

1200

1205

1210

1215

1220

1225

1230

1235

1240

1245

1250

1255

1260

1265

1270

1275

1280

1285

1290

1295

1300

1305

1310

1315

1320

1325

1330

1335

1340

1345

1350

1355

1360

1365

1370

1375

1380

1385

1390

1395

1400

1405

1410

1415

1420

1425

1430

1435

1440

1445

1450

1455

1460

1465

1470

1475

1480

1485

1490

1495

1500

1505

1510

1515

1520

1525

1530

1535

1540

1545

1550

1555

1560

1565

1570

1575

1580

1585

1590

1595

1600

1605

1610

1615

1620

1625

1630

1635

1640

1645

1650

1655

1660

1665

1670

1675

1680

1685

1690

1695

1700

1705

1710

1715

1720

1725

1730

1735

1740

1745

1750

1755

1760

1765

1770

1775

1780

1785

1790

1795

1800

1805

1810

1815

1820

1825

1830

1835

1840

1845

1850

1855

1860

1865

1870

1875

1880

1885

1890

1895

1900

1905

1910

1915

1920

1925

1930

1935

1940

1945

1950

1955

1960

1965

1970

1975

1980

1985

1990

1995

2000

2005

2010

2015

2020

2025

2030

2035

2040

2045

2050

2055

2060

2065

2070

2075

2080

2085

2090

2095

2100

2105

2110

2115

2120

2125

2130

2135

2140

2145

2150

2155

2160

2165

2170

2175

2180

2185

2190

2195

2200

2205

2210

2215

2220

2225

2230

2235

2240

2245

2250

2255

2260

2265

2270

2275

2280

2285

2290

2295

2300

2305

2310

2315

2320

2325

2330

2335

2340

2345

2350

2355

2360

2365

2370

2375

2380

2385

2390

2395

2400

2405

2410

2415

2420

2425

2430

2435

2440

2445

2450

2455

2460

2465

2470

2475

2480

2485

2490

2495

2500

2505

2510

2515

2520

2525

2530

2535

2540

2545

2550

2555

2560

2565

2570

2575

2580

2585

2590

2595

2600

2605

2610

2615

2620

2625

2630

2635

2640

2645

2650

2655

2660

2665

2670

2675

2680

2685

2690

2695

2700

2705

2710

2715

2720

2725

2730

2735

2740

2745

2750

2755

2760

2765

2770

2775

2780

2785

2790

2795

2800

2805

2810

2815

2820

2825

2830

2835

2840

2845

2850

2855

2860

2865

2870

2875

2880

2885

2890

2895

2900

2905

2910

2915

2920

2925

2930

2935

2940

2945

2950

2955

2960

2965

2970

2975

2980

2985

2990

2995

3000

3005

3010

3015

3020

3025

3030

3035

3040

3045

3050

3055

3060

3065

3070

3075

3080

3085

3090

3095

3100

3105

3110

3115

3120

3125

3130

3135

3140

3145

3150

3155

3160

3165

3170

3175

3180

3185

3190

3195

3200

3205

3210

3215

3220

3225

3230

3235

3240

3245

3250

3255

3260

3265

3270

3275

3280

3285

3290

3295

3300

3305

3310

3315

3320

3325

3330

3335

3340

3345

3350

3355

3360

3365

3370

3375

3380

3385

3390

3395

3400

3405

3410

3415

3420

3425

3430

3435

3440

3445

3450

3455

3460

3465

3470

3475

3480

3485

3490

3495

3500

3505

3510

3515

3520

3525

3530

3535

3540

3545

3550

3555

3560

3565

3570

3575

3580

3585

3590

3595

3600

3605

3610

3615

3620

3625

3630

3635

3640

3645

3650

3655

3660

3665

3670

3675

3680

3685

3690

3695

3700

3705

3710

3715

3720

3725

3730

3735

3740

3745

3750

3755

3760

3765

3770

3775

3780

3785

3790

3795

3800

3805

3810

3815

3820

3825

3830

3835

3840

3845

3850

3855

3860

3865

3870

3875

3880

3885

3890

3895

3900

3905

3910

3915

3920

3925

3930

3935

3940

3945

3950

3955

3960

3965

3970

3975

3980

3985

3990

3995

4000

4005

4010

4015

4020

4025

4030

4035

4040

4045

4050

4055

4060

4065

4070

4075

4080

4085

4090

4095

4100

4105

4110

4115

4120

4125

4130

4135

4140

4145

4150

4155

4160

4165

4170

4175

4180

4185

4190

4195

4200

4205

4210

4215

4220

4225

4230

4235

4240

4245

4250

4255

4260

4265

4270

4275

4280

4285

4290

4295

4300

4305

4310

4315

4320

4325

4330

4335

4340

4345

4350

4355

4360

4365

4370

4375

4380

4385

4390

4395

4400

4405

4410

4415

4420

4425

4430

4435

4440

4445

4450

4455

4460

4465

4470

4475

4480

4485

4490

4495

4500

4505

4510

4515

4520

4525

4530

4535

4540

4545

4550

4555

4560

4565

4570

4575

4580

4585

4590

4595

4600

4605

4610

4615

4620

4625

4630

4635

4640

4645

4650

4655

4660

4665

4670

4675

4680

4685

4690

4695

4700

4705

4710

4715

4720

4725

4730

4735

4740

4745

4750

4755

4760

4765

4770

4775

4780

4785

4790

4795

4800

4805

4810

4815

4820

4825

4830

4835

4840

4845

4850

4855

4860

4865

4870

4875

4880

4885

4890

4895

4900

4905

4910

4915

4920

4925

4930

4935

4940

4945

4950

4955

4960

4965

4970

4975

4980

4985

4990

4995

5000

5005

5010

5015

5020

5025

5030

5035

5040

5045

5050

5055

5060

5065

5070

5075

5080

5085

5090

5095

5100

5105

5110

5115

5120

5125

5130

5135

5140

5145

5150

5155

5160

5165

5170

5175

5180

5185

5190

5195

5200

5205

5210

5215

5220

5225

5230

5235

5240

5245

5250

52

Temperaturabfall in der Spritzgussdüse unter einen kritischen Wert zu verringern und die oben beschriebenen Nachteile bekannter Vorrichtungen zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen zu beseitigen.

[0011] Die Erfindung löst die Aufgabe durch Einfügen eines oder mehrerer temperaturausgleichender Elemente in spezieller Anordnung in die Düse, wie in den Patentansprüchen definiert.

[0012] Die erfindungsgemäße Düse sorgt für eine bessere Wärmeverteilung und damit für ein stabileres Temperaturverhalten in der kritischen Zone einer Spritzgussdüse. Sie benutzt ein oder mehrere zusätzliche temperaturausgleichende Elemente, deren Wirkung grundsätzlich auf den drei physikalischen Phänomenen Wärmeleitung, Wärmeisolation und/oder Wärmereflektion beruht. Diese Phänomene können, je nach Ausführungsform, einzeln oder miteinander kombiniert zur Anwendung gebracht werden. Durch Wärmeleitung werden Wärmeverluste ausgeglichen, durch Wärmeisolation bzw. Wärmereflektion werden Wärmeverluste vermindert.

[0013] Die temperaturausgleichenden Elemente in der erfindungsgemäßen Düse zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen sind zusätzliche Elemente in der Düse, welche die Temperaturdifferenz zwischen dem beheizten Bereich und dem Anschnitt des Düsenkopfes mittels Wärmeleitung, Wärmeisolation und/oder Wärmereflektion verringern. Sie wirken einer Abkühlung der Kunststoffschnmelze entgegen und verringern somit den Temperaturabfall in der Kunststoffschnmelze zwischen dem beheizten Bereich und dem Anschnitt. Mit anderen Worten: Sie gleichen die Temperatur der Kunststoffschnmelze entlang ihres Weges durch die Düse und/oder den Düsenkopf aus.

[0014] In einer bevorzugten Ausführungsform umgeben die temperaturausgleichenden Elemente im wesentlichen den Durchflusskanal bzw. den Ringspalt, in welchem die Kunststoffschnmelze durch die Düse und/oder den Düsenkopf fließt. Ein temperaturausgleichendes Element kann beispielsweise als gerader Hohlzylinder oder Rohr ausgebildet sein. Mehrere temperaturausgleichende Elemente können beispielsweise als Zylinderschalen mit verschiedenen Radien, die koaxial in der Düse und/oder im Düsenkopf angeordnet sind, ausgebildet sein. Eine solche Anordnung kann die temperaturausgleichende Wirkung in der Düse verstärken.

[0015] Die temperaturausgleichende Wirkung der temperaturausgleichenden Elemente beruht, wie oben erwähnt, auf Wärmeleitung, Wärmeisolation und/oder Wärmereflektion. Ein temperaturausgleichendes Element kann demgemäß wärmeleitende, wärmeisolierende und/oder wärme reflektierende Eigenschaften aufweisen. Ein wärmeleitendes temperaturausgleichendes Element besteht zumindest teilweise aus einem oder mehreren wärmeleitenden Materialien wie Kupfer, einer Kupferlegierung oder Stahl. Es steht in thermischem Kontakt mit dem beheizten Bereich, nimmt von diesem Wärme auf, leitet sie in Richtung Anschnitt

und gibt sie an die Kunststoffschnmelze ab, wodurch es Wärmeverluste ausgleicht. Ein wärmeisolierendes temperaturausgleichendes Element schirmt das Düseninnere, einen eventuell vorhandenen Torpedo und eventuelle andere temperaturausgleichende Elemente thermisch gegen aussen ab und verhindert somit durch Wärmeleitung verursachte Wärmeverluste der Kunststoffschnmelze. Es kann aus einem wärmeisolierenden Material wie Kunststoff oder Keramik oder auch aus einer Luftschicht bestehen. Ein wärmereflektierendes temperaturausgleichendes Element reflektiert Wärme ins Düseninnere zurück und verhindert somit durch Wärmestrahlung verursachte Wärmeverluste der Kunststoffschnmelze. Es kann beispielsweise aus einer Aluminium- und/oder Chrom-Nickel-Schicht bestehen.

[0016] Ein oder mehrere temperaturausgleichende Elemente erhöhen die Betriebssicherheit von Spritzgussverarbeitungsanlagen wesentlich. Einerseits verhindern sie unter normalen Betriebsbedingungen das Einfrieren des Schmelzgutes im Anschnitt, andererseits bannen sie die Gefahr des Verbrennens oder Überhitzen des Schmelzgutes durch Vermeidung der Nachregulierung von Hand. Außerdem ist dank dem oder den temperaturausgleichenden Elementen die Verarbeitungstemperatur des Schmelzgutes innerhalb eines relativ kleinen Temperaturbereiches definierbar, sodass ein und dieselbe Düse für die Verarbeitung verschiedener Kunststoffe benutzt werden kann. Das Fließverhalten der Kunststoffschnmelze im unbeheizten Düsenteil und die Eigenschaften des Produktes sind besser kontrollierbar. Die erfindungsgemäße Vorrichtung ermöglicht überhaupt erst die Verarbeitung von flammgeschützten oder thermisch empfindlichen Kunststoffen oder von Kunststoffen, die ein enges Verarbeitungstemperaturfenster aufweisen. Sie beseitigt auch die oben geschilderten Probleme beim Hochfahren einer Anlage mit in den Heisskanälen eingefrorenem Kunststoff; dadurch werden Betriebsunterbrüche problemlos möglich.

[0017] Im folgenden wird die erfindungsgemäße Düse mit einem oder mehreren temperaturausgleichenden Elementen anhand von Figuren detailliert beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1-5 schematische Längsschnitte durch verschiedene Ausführungsformen einer erfindungsgemäßen Düse,

Fig. 6 und 7 schematische Querschnitte durch verschiedene Ausführungsformen einer erfundungsgemässen Düse,

Fig. 8 qualitative axiale Temperaturverläufe in einer erfundungsgemässen Düse und in einer Düse gemäss dem Stand der Technik sowie entsprechende schematische Längsschnittzeichnungen und

Fig. 9 qualitative radiale Temperaturverläufe in einer erfundungsgemässen Düse und in einer Düse gemäss dem Stand der Technik sowie entsprechende schematische Querschnittzeichnungen.

[0018] Figur 1 zeigt schematisch einen Teil einer erfundungsgemässen Düse zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen im Längsschnitt; ein Torpedo, welches ebenfalls zur erfundungsgemässen Düse gehört, ist hier nicht eingezeichnet, um zunächst die Wirkung eines temperaturausgleichenden Elementes erklären zu können.

[0019] In der Darstellung lassen sich ein beheizter Düsenteil 1 und ein unbeheizter Düsenteil oder Düsenkopf 2 erkennen, ebenso ein Kunststoffformteil 3. Kunststoffschmelze gelangt durch einen Schmelzkanal 4 in einen Düsenkopfvorraum 5. Eine Wärmequelle 6 hält die Temperatur T_H der Schmelze im Düsenkopfvorraum 5 auf einer zeitlich und örtlich konstanten, dem zu verarbeitenden Kunststoff angepassten Temperatur T_H von typischerweise ca. 300 °C. Die Wärmequelle 6 kann als Heizung in Form von Heizbändern ausgebildet sein. Eine direkte Heizung kann bei unbeheizten Düsen auch entfallen; bei einer unbeheizten Düse ist die Wärmequelle 6 ein Verteiler bzw. Heisskanalblock oder ein beheizter Zylinder der Spritzgussmaschine. Vom Düsenkopfvorraum 5 gelangt die Kunststoffschmelze in einen Durchflusskanal 8 und weiter zu einem Anschluss 12. Durch den Anschluss 12 wird die Kunststoffschmelze in das Kunststoffformteil 3 gespritzt. Der unbeheizte Düsenteil 2 ist in einem Werkzeug 17 eingetaucht.

[0020] Die bis hierhin beschriebenen Bestandteile sind auch in herkömmlichen Vorrichtungen zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen zu finden. Das Wesentliche an der vorliegenden Erfindung ist ein temperaturausgleichendes Element 13, ein zusätzliches Element in spezieller Anordnung in der Düse mit der Aufgabe, den Temperaturabfall der Kunststoffschmelze in der Düse zu minimieren bzw. zu verringern. Das temperaturausgleichende Element 13 umgibt vorzugsweise den Durchflusskanal 8; im Beispiel von Fig. 1 bildet es sogar die äussere Begrenzung des Durchflusskanals 8. Andere geometrische Anordnungen sind, wie weiter unten gezeigt wird, auch möglich. In Fig. 1 ist nur ein temperaturausgleichendes Element 13 dargestellt; eine er-

findungsgemässen Düse kann aber auch mehrere temperaturausgleichende Elemente in spezieller Anordnung beinhalten.

[0021] Das temperaturausgleichende Element 13 wirkt wärmeleitend, wärmeisolierend und/oder wärmereflektierend und ist vorzugsweise aus Materialien aufgebaut, welche mindestens eine dieser Eigenschaften in ausgeprägtem Masse aufweisen. Ein wärmeleitendes temperaturausgleichendes Element 13 steht in thermischem Kontakt mit dem beheizten Bereich der Vorrichtung, in Fig. 1 beispielsweise mit dem beheizten Düsenteil 1 bzw. mit der Heizung 6. So kann es Wärme, angedeutet durch Pfeile 16, vom beheizten Düsenteil 1 aufnehmen und bis zum Anschluss 12, entlang einer Länge L, leiten. Damit gleicht es Wärmeverluste durch Wärmeleitung aus. Es kann beispielsweise aus Kupfer, einer Kupferlegierung oder Stahl bestehen. Ein wärmeisolierendes temperaturausgleichendes Element 13 schirmt das Düsenkopfinnere 8 und/oder eventuelle

weitere temperaturausgleichende Elemente gegen aussen, beispielsweise gegen das Werkzeug 17, ab. Es kann beispielsweise aus einem wärmeisolierenden Material wie Kunststoff, Keramik oder Sinterkeramik bestehen oder auch als Luftschicht oder Vakumschicht ausgebildet sein. Ein wärmereflektierendes temperaturausgleichendes Element reflektiert Wärme, angedeutet durch Pfeile 15, ins Düsenkopfinnere 8 zurück und vermindert somit durch Wärmestrahlung verursachte Wärmeverluste der Kunststoffschmelze. Es kann beispielsweise aus einer Aluminium- und/oder Chrom-Nickel-Schicht bestehen.

[0022] Figur 2 zeigt eine bevorzugte Ausführungsform einer erfundungsgemässen Düse. Die Hauptbestandteile beheizter Düsenteil 1 und unbeheizter Düsenteil oder Düsenkopf 2 wurden schon anlässlich der Fig. 1 erläutert, ebenso das Kunststoffformteil 3, den Schmelzkanal 4, der Düsenkopfvorraum 5, die Heizung 6 und das Werkzeug 17. Zusätzlich ist die in Fig. 2 dargestellte Düse mit einem Torpedo 9 ausgestattet. Der

Torpedo 9 wird indirekt durch den beheizten Düsenteil 1 beheizt; Pfeile 10 deuten den entsprechenden Wärmefluss an. Die Kunststoffschmelze gelangt über mehrere Durchlässe 7 zu einem den Torpedo 9 umgebenden Ringspalt 14 und schliesslich an einer Torpedospitze 11 vorbei durch den Anschluss 12 zum Kunststoffformteil 3.

[0023] In der Ausführungsform von Fig. 2 sind zwei temperaturausgleichende Elemente vorhanden: ein wärmeleitendes temperaturausgleichendes Element 13.1 und ein wärmeisolierendes temperaturausgleichendes Element 13.2. Das wärmeleitende temperaturausgleichende Element 13.1 steht in thermischem Kontakt mit dem beheizten Düsenteil 1, sodass es Wärme, angedeutet durch Pfeile 16, vom beheizten Düsenteil 1 aufnehmen und bis zum Anschluss 12, entlang einer Länge L, leiten kann. Das wärmeisolierende temperaturausgleichende Element 13.2, das beispielsweise eine Luftschicht sein kann, schirmt das Düsenkopfinnere,

d.h. den Torpedo 9 und den Ringspalt 8, sowie das wärmeleitende temperatursausgleichende Element 13.1 gegen das Werkzeug 17 ab.

[0024] Das wärmeleitende temperatursausgleichende Element 13.1 kann mit mindestens einem wärmeisolierenden Stützelement 18 gegen das Werkzeug 17 abgestützt bzw. geführt oder abgedichtet sein. Das wärmeleitende temperatursausgleichende Element 13.1 kann in thermischem Kontakt mit dem Torpedo 9 stehen oder sogar aus dem gleichen Stück gefertigt sein wie der Torpedo 9.

[0025] Eine andere Ausführungsform der erfindungsgemässen Düse zeigt Figur 3. Hier sind fünf temperatursausgleichende Elemente vorhanden: zwei wärmeleitende temperatursausgleichende Elemente 13.11 und 13.12 sowie drei wärmeisolierende temperatursausgleichende Elemente 13.21, 13.22 und 13.23. Die temperatursausgleichenden Elemente 13.11, 13.12, 13.21-23 sind im wesentlichen als koaxiale gerade Hohlzylinder oder Rohre um den Durchflusskanal 8 und um ein Düseninnenrohr 19 angeordnet, wobei radial nach aussen jeweils ein wärmeisolierendes auf ein wärmeleitendes temperatursausgleichendes Element folgt und umgekehrt.

[0026] Eine solche Anordnung von koaxialen temperatursausgleichenden Elementen 13.11, 13.12, 13.21-23 hat sehr gute temperatursausgleichende Eigenschaften. Die Temperatur fällt kaskadenartig nach aussen leicht ab. Im Durchflusskanal 8 ist jedoch entlang einer Länge L von bis zu mehreren Zentimetern kaum ein Temperaturabfall zu beobachten. So kann also die Länge des unbeheizten Düsenteils 2 besonders gross gewählt werden, ohne dass ein nennenswerter Temperaturabfall in der Düse auftritt.

[0027] Bei der Ausführungsform von Fig. 3 steht kein temperatursausgleichendes Element in Kontakt mit der Kunststoffschnmelze. Dies hat den Vorteil, dass die temperatursausgleichenden Elemente 13.11, 13.12, 13.21-23 mechanisch nicht stabil und abrasurfest sein müssen, dafür in Bezug auf ihre thermischen Eigenschaften optimiert werden können. Das mit der Kunststoffschnmelze in Kontakt stehende Düseninnenrohr 19 kann beispielsweise aus Warmarbeitsstahl bestehen, die wärmeleitenden temperatursausgleichenden Elemente 13.11 und 13.12 aus einer Kupferlegierung. Die wärmeisolierenden temperatursausgleichenden Elemente 13.21-23 können beispielsweise Lufschichten bzw. Luftspalte sein. Der Torpedo 9 kann beispielsweise aus Molybdän bestehen.

[0028] Ein weiterer Vorteil des Ausführungsbeispiels von Fig. 3 ist, dass damit unterschiedliche Temperaturausdehnungen von Düse und Werkzeug 17 ausgleichen werden können. Die Lufschichten 13.21-23 erlauben nämlich bis zu einem gewissen Massen Verbiegungen der Metallrohre 13.11, 13.12 und ermöglichen damit kleine Verschiebungen der Düse bezüglich des Werkzeuges 17 in radialer Richtung. Die Lösung des Temperaturausdehnungsproblems ist besonders wichtig bei

Multikopf-Düsen.

[0029] Eine weitere Ausführungsform der erfindungsgemässen Düse ist in Fig. 4 dargestellt, aus Symmetriegründen im wesentlichen nur eine Hälfte. Die geometrische Anordnung ist ähnlich wie in Fig. 2. Der wesentliche Unterschied besteht darin, dass die Düse von Fig. 4 eine Kombination eines wärmereflektierenden temperatursausgleichenden Elementes 13.3 und eines wärmeisolierenden temperatursausgleichenden Elementes 13.2 beinhaltet. Weitere, hier nicht dargestellte Kombinationen von wärmeleitenden, wärmeisolierenden bzw. wärmereflektierenden temperatursausgleichenden Elementen 13.1, 13.2 bzw. 13.3 sind möglich und gehören auch zur Erfindung.

[0030] Die Figuren 5-7 befassen sich mit der geometrischen Form der temperatursausgleichenden Elemente; ihre Innere Struktur, Beschaffenheit und physikalische Funktionsweise spielt dabei eine untergeordnete Rolle. In den Figuren 1-4 haben die temperatursausgleichenden Elemente 13 bzw. 13.1, 13.2 bzw. 13.11, 13.12, 13.21-23 die Form von geraden Hohlzylindern oder Rohren. Dies muss nicht notwendigerweise so sein; aus thermo- oder hydrodynamischen Erwägungen könnten sich andere Formen als vorteilhafter erweisen.

[0031] Ein Beispiel dazu gibt die Figur 5. Hier hat das wärmeleitende temperatursausgleichende Element 13.1 die Form eines hohlen geraden Kegelstumpfes, der nach unten zusammenläuft. Im oberen Teil der Düse wird so ein "Reservoir" gebildet.

[0032] Die Figuren 6 und 7 zeigen schematische Querschnitte durch erfindungsgemässen Düsen. Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch die in Fig. 2 mit VI-VI bezeichnete Ebene. Die temperatursausgleichenden Elemente 13.1 und 13.2 haben im Querschnitt die Form von konzentrischen Kreisringen mit verschiedenen Radien. Figur 7 zeigt einen Querschnitt durch die in Fig. 3 mit VII-VII bezeichnete Ebene. Die temperatursausgleichenden Elemente 13.11, 13.12, 13.21-23 haben im Querschnitt die Form von konzentrischen Kreisringen mit verschiedenen Radien. Kombinationen der gezeigten Beispiele und weitere, auch nicht kreissymmetrische geometrische Querschnittsformen der temperatursausgleichenden Elemente sind natürlich möglich.

[0033] Die Figuren 8 und 9 befassen sich mit Temperaturverläufen in der Düse. Als Beispiel wird eine erfindungsgemässen Düse mit einem wärmeleitenden temperatursausgleichenden Element 13.1, einem wärmeisolierenden temperatursausgleichenden Element 13.2 und einem Torpedo 9, wie in den Figuren 2 und 6, betrachtet.

[0034] Wenn das oder die temperatursausgleichenden Elemente eine andere physikalische Wirkungsweise besitzen, wenn sie eine andere als die hier dargestellte geometrische Form haben oder wenn der Torpedo 9 fehlt, so können sich die Temperaturverläufe geringfügig verändern. Die vorteilhafte Wirkung der temperatursausgleichenden Elemente bleibt aber dieselbe: möglichst gute Erhaltung der Schmelzguttemperatur gegen den Anschluss 12 hin.

[0033] In Fig. 8 werden qualitative axiale Temperaturverläufe mit temperatursausgleichenden Elementen und ohne temperatursausgleichende Elemente betrachtet. Auch der dazugehörige Längsschnitt durch die Düse ist schematisch dargestellt, wobei die Situation mit temperatursausgleichenden Elementen in der oberen und die Situation ohne temperatursausgleichende Elemente in der unteren Längsschnithälfte dargestellt ist. Es bezeichnen, jeweils als Funktion der Ortskoordinate x :

$T_{A+}(x)$ die Torpedotemperatur entlang dem Schnitt A mit temperatursausgleichenden Elementen 13.1, 13.2,
 $T_{A-}(x)$ die Torpedotemperatur entlang der Linie A ohne temperatursausgleichende Elemente,
 $T_B(x)$ die Temperatur an der Innenseite des innersten temperatursausgleichenden Elementes 13.1 entlang der Linie B und
 $T_C(x)$ die Schmelzguttemperatur entlang der Linie C ohne temperatursausgleichende Elemente.

[0034] Im Düsenkopfvorraum 5 hält die Heizung 6 alle Elemente und die Kunststoffschmelze auf der Temperatur T_H von typischerweise 300 °C. Ohne temperatursausgleichendes Element nimmt die Torpedotemperatur $T_{A-}(x)$ wegen Wärmeverlusten ins Werkzeug 17 mit einer typischen Temperatur von 100 °C mit wachsendem x ab bis zum Wert $T_{A-}(L) (< T_H)$ bei der Torpedospitze 11. Das Schmelzgut erleidet ohne temperatursausgleichende Elemente noch grössere Wärmeverluste, so dass seine Temperatur $T_C(L)$ beim Anschnitt 12 wesentlich niedriger ist als $T_{A-}(L)$.

[0035] Mit temperatursausgleichenden Elementen hingegen nimmt die Torpedotemperatur $T_{A+}(x)$ mit wachsendem x nur schwach ab bis zum Wert $T_{A+}(L) (> T_{A-}(L))$ bei der Torpedospitze 11. Auch die Temperatur $T_B(x)$ an der Innenseite des innersten temperatursausgleichenden Elementes 13.1 nimmt mit wachsendem x ab, aber weniger stark als $T_C(x)$, denn das temperatursausgleichende Element 13.1 ist ein guter Wärmeleiter und steht in thermischem Kontakt mit dem beheizten Düsen teil 1. Berechnungen und Erfahrungen aus der Praxis bestätigen die intuitive Vermutung, dass für die vorliegende Anordnung die Temperatur $T_B(x)$ an der Innenseite des temperatursausgleichenden Elementes 13.1 ungefähr gleich $T_{A+}(x)$ ist. Zusammenfassend lassen sich also folgende Beziehungen zwischen den betrachteten Temperaturen aufstellen:

$$T_H > T_{A+}(L) > T_{A-}(L) \approx T_B(L) > T_C(L).$$

[0036] Die Schmelzguttemperatur $T_S(x)$ liegt in der Situation mit temperatursausgleichenden Elementen zwischen $T_{A+}(x)$ und $T_B(x)$:

$$T_{A+}(x) \geq T_S(x) \geq T_B(x).$$

[0037] In Figur 9 werden qualitative radiale Temperaturverläufe an einem festen Ort x_0 betrachtet, wobei $0 < x_0 \leq L$ gilt; Abszisse ist der Radius r . Auch der dazugehörige Querschnitt durch die Düse ist schematisch gezeigt. Die Situation mit temperatursausgleichenden Elementen ist in der linken und die Situation ohne temperatursausgleichende Elemente in der rechten Bildhälfte dargestellt. Die Buchstaben A, B und C entsprechen den in Fig. 8 definierten Linien. Mit temperatursausgleichenden Elementen und ohne temperatursausgleichende Elemente nimmt die Temperatur nach aussen bis zur Werkzeugtemperatur T_w ab. Wiederum wird hier die vorteilhafte Wirkung der temperatursausgleichenden Elemente ersichtlich: Sie bewirken, dass die Schmelzguttemperatur $T_S(x_0)$ und die Torpedotemperatur $T_{A+}(x_0)$ höher sind als ohne temperatursausgleichende Elemente. Wie schon anlässlich der Fig. 8 diskutiert, ist die Temperatur $T_B(x_0)$ an der Innenseite des innersten temperatursausgleichenden Elementes 13.1 ungefähr gleich der Torpedotemperatur $T_{A-}(x_0)$ ohne temperatursausgleichende Elemente. Die Schmelzguttemperatur $T_S(x_0)$ ist mit temperatursausgleichendem Element höher als $T_B(x_0)$, ohne temperatursausgleichendes Element niedriger als $T_{A-}(x_0)$. Es lassen sich also folgende Beziehungen zwischen den betrachteten Temperaturen aufstellen:

$$T_{A+}(x_0) > T_{A-}(x_0) = T_B(x_0) > T_C(x_0) > T_w.$$

[0038] Die Schmelzguttemperatur $T_S(x_0)$ liegt in der Situation mit temperatursausgleichenden Elementen zwischen $T_{A+}(x_0)$ und $T_B(x_0)$:

$$T_{A+}(x_0) \geq T_S(x_0) \geq T_B(x_0).$$

[0039] Auch hier müssen die Temperaturverläufe für eine andere Anordnung von temperatursausgleichenden Elementen leicht angepasst werden; an den Grundaussagen ändert sich aber nichts.

Patentansprüche

1. Werkzeugdüse zur Spritzgussverarbeitung von Kunststoffen, mit einem von einer Wärmequelle (6) beheizten Düsen teil (1), einem unbeheizten Düsen teil (2), einem Anschnittbereich, mindestens einem Durchflusskanal (8) oder Ringspalt (14) für den Transport von Schmelzgut von der Wärmequelle (6) zum Anschnittbereich, einem Wärmeleittorpedo (9) und mindestens einem temperatursausgleichenden Element (13, 13.1, 13.11, 13.12), wobei zwecks Verringerung der Differenz zwischen der Temperatur des Schmelzgutes im Bereich der Wärmequelle (6) und der Temperatur des Schmelzgutes im Anschnittbereich der unbeheizte Düsen teil (2) eine derartige äussere Form und Abmessung aufweist,

dass im wesentlichen der ganze unbeheizte Düsen teil (2) in ein Werkzeug (17) eintauchbar ist und die Wärmequelle (6) in eingetauchter Position unmittelbar an das Werkzeug (17) angrenzt, sich mindestens ein temperatursausgleichendes Element (13, 13.1, 13.11) in direktem Berührungs kontakt mit der Wärmequelle (6) befindet, das mindestens eine temperatursausgleichende Element (13, 13.1, 13.11, 13.12) entlang dem Durchflusskanal (8) oder Ringspalt (14) von der Wärmequelle (6) in Richtung An schnittbereich führt und das mindestens eine temperatursausgleichende Element (13, 13.1, 13.11, 13.12) Wärme von der Wärmequelle (6) in Richtung An schnittbereich leitet, so dass durch die Kombination des mindestens einen temperatursausgleichenden Elementes (13, 13.1, 13.11, 13.12) mit dem Wärmeleittorpedo (9) thermische Randbedingungen für das Schmelzgut geschaffen werden, welche einer Abkühlung des Schmelzgutes entgegenwirken.

2. Düse nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das temperatursausgleichendes Element (13, 13.1, 13.11) zumindest teilweise aus einem wärmeleitenden Material besteht und derart angeordnet ist, dass durch dieses temperatursausgleichende Element (13, 13.1, 13.11) Wärme (16) von der Wärmequelle (6) aufnehmbar und in Richtung An schnittbereich leitbar ist.

3. Düse nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das temperatursausgleichende Element (13, 13.1, 13.11) zumindest teilweise aus Kupfer, Kupferlegierungen oder Stahl hergestellt ist.

4. Düse nach einem der Ansprüche 1-3, dadurch gekennzeichnet, dass das wärmeleitende temperatursausgleichende Element (13.1) in Kontakt mit dem Wärmeleittorpedo (9) steht.

5. Düse nach einem der Ansprüche 1-4, gekennzeichnet durch mindestens ein weiteres temperatursausgleichendes Element (13.12, 13.2, 13.21-23, 13.3), welches die Differenz zwischen der Temperatur des Schmelzgutes im Bereich der Wärmequelle (6) und der Temperatur des Schmelzgutes im An schnittbereich unter Ausnutzung von Wärmeleitung, Wärmeisolation und/oder Wärmereflektion verringert.

6. Düse nach einem der Ansprüche 1-5, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine temperatursausgleichende Element (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) im wesentlichen um den mindestens einen Durchflusskanal (8) oder Ringspalt (14) angeordnet ist.

7. Düse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet,

5. dass ein innerstes temperatursausgleichendes Element (13.1) zumindest teilweise die äußere Begrenzung des Durchflusskanals (8) oder Ringspaltes (14) bildet.

10. 8. Düse nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass sich zwischen dem mindestens einen temperatursausgleichenden Element (13.11, 13.12, 13.21-23) und dem Durchflusskanal (8) oder Ringspalt (14) mindestens ein Düseninnenrohr (19) befindet.

15. 9. Düse nach einem der Ansprüche 6-8, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein temperatursausgleichendes Element (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) die Form eines geraden Hohlzylinders aufweist.

20. 10. Düse nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass alle temperatursausgleichenden Elemente (13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) als koaxiale gerade Hohlzylinder mit verschiedenen Radien ausgebildet sind.

25. 11. Düse nach einem der Ansprüche 5-10, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein temperatursausgleichendes Element (13.2) zumindest teilweise aus einem wärmeisolierenden Material besteht und dadurch wärmeisolierende Eigenschaften aufweist.

30. 12. Düse nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine wärmeisolierende temperatursausgleichende Element (13.2) eine Luftsicht oder eine Vakumschicht ist oder zumindest teilweise aus Kunststoff, Keramik oder Sinterkeramik hergestellt ist.

35. 13. Düse nach einem der Ansprüche 5-12, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein temperatursausgleichendes Element (13.3) zumindest teilweise aus einem wärmereflektierenden Material besteht und dadurch wärmereflektierende Eigenschaften aufweist.

40. 14. Düse nach einem der Ansprüche 1-13, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein temperaturausgleichendes Element (13.1) mit mindestens einem wärmeisolierenden Stützelement (18) gegen ein das temperatursausgleichende Element (13.1) umgebende Werkzeug (17) abgestützt, geführt oder abgedichtet ist.

45. 15. Düse nach einem der Ansprüche 1-14, dadurch gekennzeichnet, dass der Wärmeleittorpedo (9) in der Düse dadurch gehalten wird, dass er zwischen zwei Teilen (19) der Düse eingeklemmt ist.

Claims

1. Mould nozzle for the injection moulding of plastics, having a nozzle part (1) heated by a heat source (6), an unheated nozzle part (2), a feed orifice area, at least one flow channel (8) or annular slot (14) for conveying molten material from the heat source (6) to the feed orifice area, a heat conducting torpedo (9) and at least one temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11, 13.12), in which for reducing the difference between the temperature of the molten material in the vicinity of the heat source (6) and the temperature of the molten material in the feed orifice area the unheated nozzle part (2) has an external shape and size such that substantially the entire unheated nozzle part (2) can be immersed in a mould (7) and the heat source (6) in the immersed position is directly adjacent to the mould (17), at least one temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11) is in direct contact with the heat source (6), that at least one temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11, 13.12) is guided along the flow channel (8) or annular slot (14) from the heat source (6) in the direction of the feed orifice area and that at least one temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11, 13.12) conducts heat from the heat source (6) in the direction of the feed orifice area, so that through the combination of the at least one temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11, 13.12) with the heat conducting torpedo (9) thermal constraints for the molten material are created, which counteract a cooling of the molten material.

2. Nozzle according to claim 1, characterized in that the temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11) is at least partly made from a heat conducting material and is positioned in such a way that through said temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11) heat (16) can be absorbed by the heat source (6) and conducted in the direction of the feed orifice area.

3. Nozzle according to claim 2, characterized in that the temperature-compensating element (13, 13.1, 13.11) is at least partly made from copper, copper alloys or steel.

4. Nozzle according to one of the claims 1 to 3, characterized in that the heat conducting, temperature-compensating element (13.1) is in contact with the heat conducting torpedo (9).

5. Nozzle according to one of the claims 1 to 4, characterized by at least one further temperature-compensating element (13.12, 13.2, 13.21-23, 13.3), which reduces the difference between the temperature of the molten material in the vicinity of the heat source (6) and the temperature of the molten material in the feed orifice area, whilst utilizing heat conduction, heat insulation and/or heat reflection.

6. Nozzle according to one of the claims 1 to 5, characterized in that the at least one temperature-compensating element (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) is essentially arranged around the at least one flow channel (8) or annular slot (14).

7. Nozzle according to claim 6, characterized in that an innermost, temperature-compensating element (13.1) at least partly forms the outer boundary of the flow channel (8) or annular slot (14).

8. Nozzle according to claim 6, characterized in that between the at least one temperature-compensating element (13.11, 13.12, 13.21-23) and the flow channel (8) or annular slot (14) is provided at least one nozzle inner tube (19).

9. Nozzle according to one of the claims 6 to 8, characterized in that at least one temperature-compensating element (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) is in the form of a straight hollow cylinder.

10. Nozzle according to claim 9, characterized in that all temperature-compensating elements (13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) are constructed as coaxial straight hollow cylinders with different radii.

11. Nozzle according to one of the claims 5 to 10, characterized in that at least one temperature-compensating element (13.2) is at least partly made from a heat insulating material and consequently has heat insulating characteristics.

12. Nozzle according to claim 11, characterized in that at least one heat insulating, temperature-compensating element (13.2) is an air layer or a vacuum layer or is at least partly made from plastic, ceramic or sintered ceramic.

13. Nozzle according to one of the claims 5 to 12, characterized in that at least one temperature-compensating element (13.3) is at least partly made from a heat reflecting material and consequently has heat reflecting characteristics.

14. Nozzle according to one of the claims 1 to 13, characterized in that at least one temperature-compensating element (13.1) is supported, guided or sealed with at least one heat insulating support element (18) against a mould (17) surrounding the temperature-compensating element (13.1).

15. Nozzle according to one of the claims 1 to 14, characterized in that the heat conducting torpedo (9) is

retained in the nozzle in that it is jammed between two nozzle parts (19).

Revendications

1. Buse d'outil pour le traitement de moulage par injection de plastiques, avec une partie de buse (1) chauffée par une source de chaleur (6), une partie de buse (2) non chauffée, une zone du point d'injection, au moins un canal d'écoulement (8) ou fente annulaire (14) pour le transport de matière à fondre de la source de chaleur (6) à la zone du point d'injection, une torpille de transfert de chaleur (9) et au moins un élément d'équilibrage de température (13, 13.1, 13.11, 13.12), la partie de buse (2) non chauffée présentant une forme externe et une dimension pour la réduction de la différence entre la température de la matière à fondre dans la zone de la source de chaleur (6) et la température de la matière à fondre dans la zone du point d'injection, de telle façon que sensiblement toute la partie de buse (2) non chauffée peut être immergée dans un outil (17) et la source de chaleur (6) est contiguë directement à l'outil dans la position immergée, au moins un élément (13, 13.1, 13.11) d'équilibrage de température se trouvant en contact fortuit direct avec la source de chaleur (6), le au moins un élément d'équilibrage de température (13, 13.1, 13.11, 13.12) longeant le canal d'écoulement (8) ou la fente annulaire (14) en allant de la source de chaleur (6) en direction de la zone du point d'injection et le au moins un élément (13, 13.1, 13.11, 13.12) d'équilibrage de température guidant la chaleur de la source de chaleur (6) en direction de la zone du point d'injection, de sorte que la combinaison de au moins un élément d'équilibrage de température (13, 13.1, 13.11, 13.12) avec la torpille de transfert de chaleur (9) crée des conditions aux limites thermiques pour la matière à fondre qui s'opposent à un refroidissement de la matière à fondre.
2. Buse selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'élément (13, 13.1, 13.11) d'équilibrage de température est au moins partiellement à base d'un matériau thermoconducteur et est disposé de telle façon que, grâce à cet élément d'équilibrage de température (13, 13.1, 13.11), de la chaleur (16) peut être absorbée par la source de chaleur (6) et peut être dirigée en direction de la zone du point d'injection.
3. Buse selon la revendication 2, caractérisée en ce que l'élément d'équilibrage de température (13, 13.1, 13.11) est fabriqué au moins partiellement à base de cuivre, d'alliages de cuivre ou d'acier.
4. Buse selon l'une quelconque des revendications 1

à 3, caractérisée en ce que l'élément (13.1) thermoconducteur d'équilibrage de température est en contact avec la torpille de transfert de chaleur (9).

5. Buse selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée par au moins un autre élément (13.12, 13.2, 13.21-23, 13.3) d'équilibrage de température, lequel réduit la différence entre la température de la matière à fondre dans la zone de la source de chaleur (6) et la température de la matière à fondre dans la zone du point d'injection en utilisant la conduction thermique, l'isolation thermique et/ou la réflexion thermique.
10. 6. Buse selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que le au moins un élément (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) d'équilibrage de température est disposé essentiellement autour du au moins un canal d'écoulement (8) ou une fente annulaire (14).
15. 7. Buse selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'un élément (13.1) très interne d'équilibrage de température forme au moins partiellement la limite extérieure du canal d'écoulement (8) ou de la fente annulaire (14).
20. 8. Buse selon la revendication 6, caractérisée en ce qu'au moins un tube intérieur de buse (19) se trouve entre le au moins un élément (13.11, 13.12, 13.21-23) d'équilibrage de température et le canal d'écoulement (8) ou la fente annulaire (14).
25. 9. Buse selon l'une quelconque des revendications 6 à 8, caractérisée en ce qu'au moins un élément (13, 13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) d'équilibrage de température présente la forme d'un cylindre creux droit.
30. 10. Buse selon la revendication 9, caractérisée en ce que tous les éléments (13.1-3, 13.11, 13.12, 13.21-23) d'équilibrage de température sont réalisés comme des cylindres creux droits coaxiaux avec différents rayons.
35. 11. Buse selon l'une quelconque des revendications 5-10, caractérisée en ce qu'au moins un élément (13.2) d'équilibrage de température est à base au moins partiellement d'un matériau thermoisolant et présente ainsi des propriétés thermosolantes.
40. 12. Buse selon la revendication 11, caractérisée en ce que le au moins un élément (13.2) thermoisolant d'équilibrage de température est une couche d'air ou une couche de vide ou est à base au moins partiellement de plastique, de céramique ou de céramique de fritage.
- 45.
- 50.
- 55.

13. Buse selon l'une quelconque des revendications 5
à 12, caractérisée en ce qu'au moins un élément
(13.3) d'équilibrage de température est à base au
moins partiellement d'un matériau réflecteur de
chaleur et présente ainsi des propriétés de réflexion
de chaleur. 5

14. Buse selon l'une quelconque des revendications 1
à 13, caractérisée en ce qu'au moins un élément
(13.1) d'équilibrage de température avec au moins
un élément de support (18) thermoisolant est sou-
tenu, guidé ou rendu élanche par rapport à un outil
(17) entourant l'élément (13.1) d'équilibrage de
température. 10

15. Buse selon l'une quelconque des revendications 1
à 14, caractérisée en ce que la torpille de transfert
de chaleur (9) est supportée dans la buse de telle
façon qu'elle est bloquée entre deux parties (19) de
la buse. 15 20

25

30

35

40

45

50

55

10

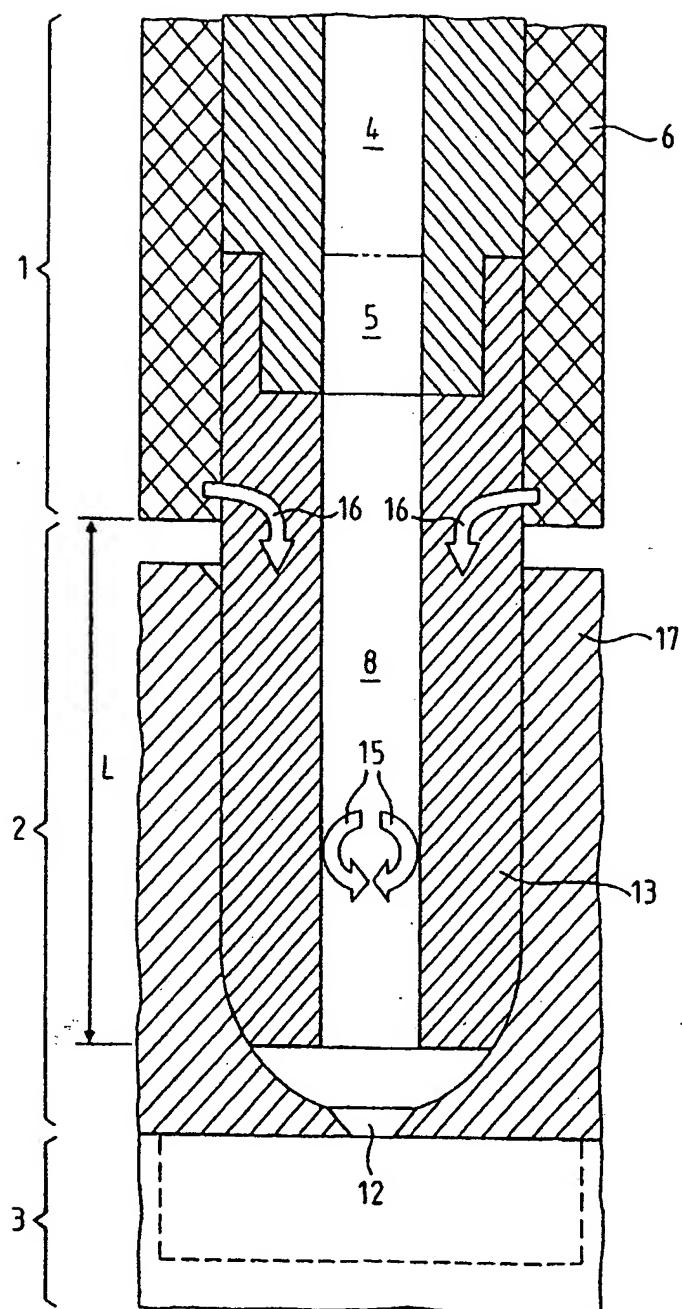


FIG. 1

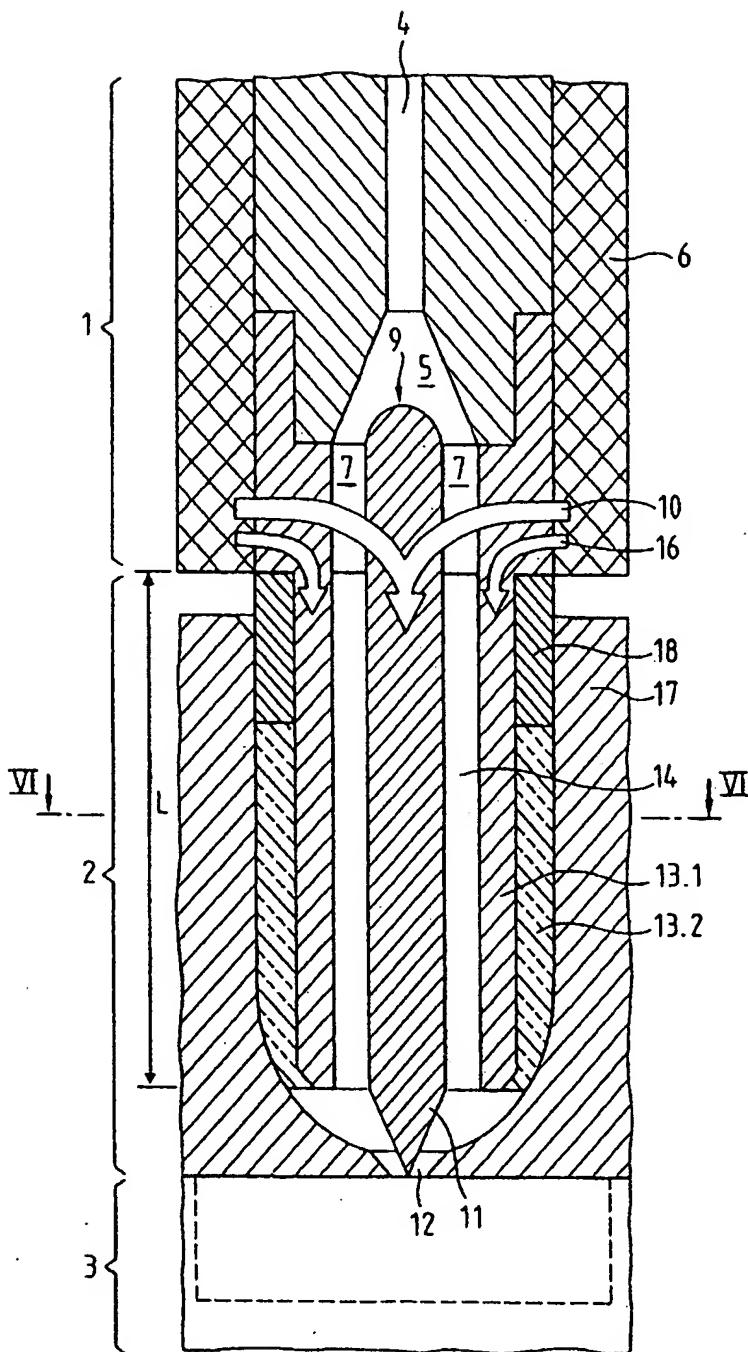


FIG. 2

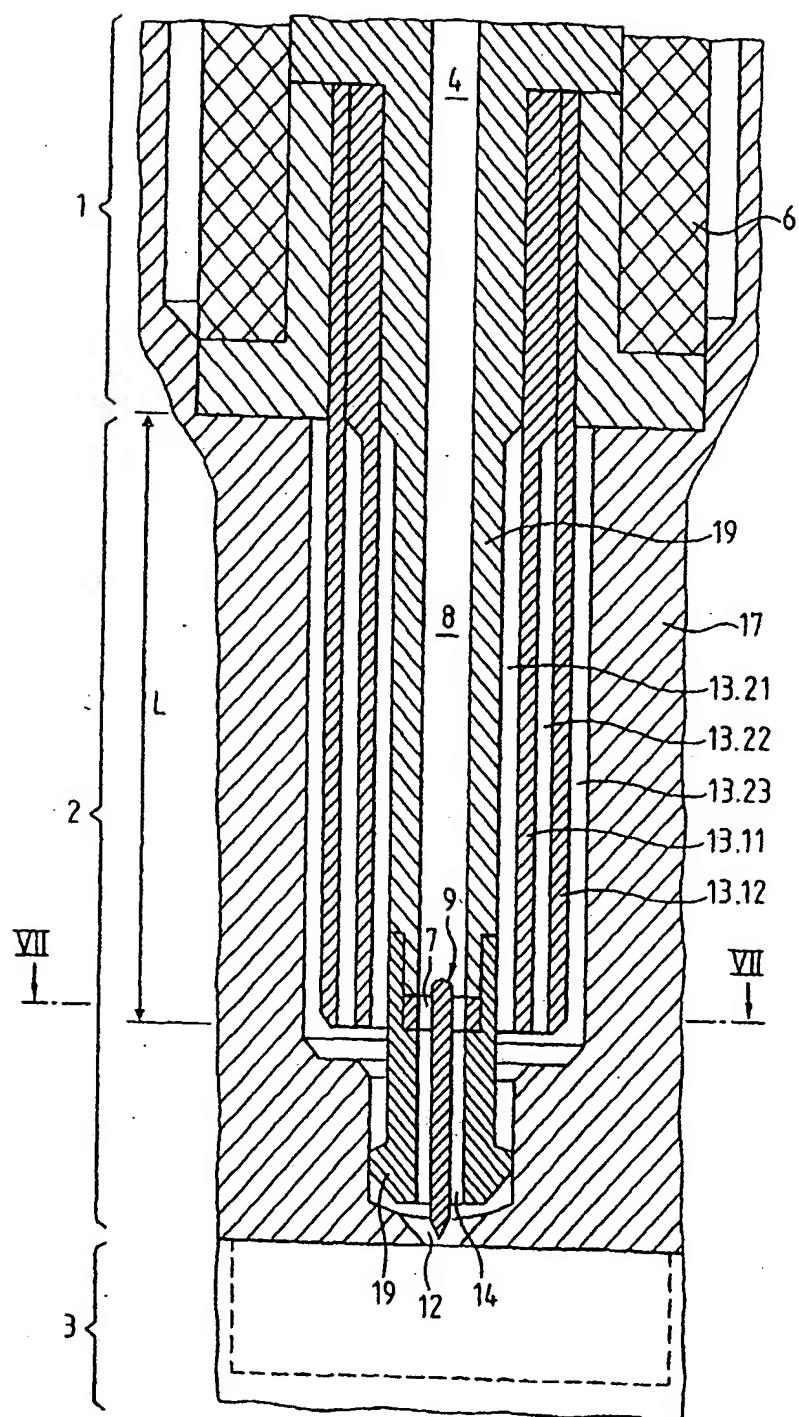
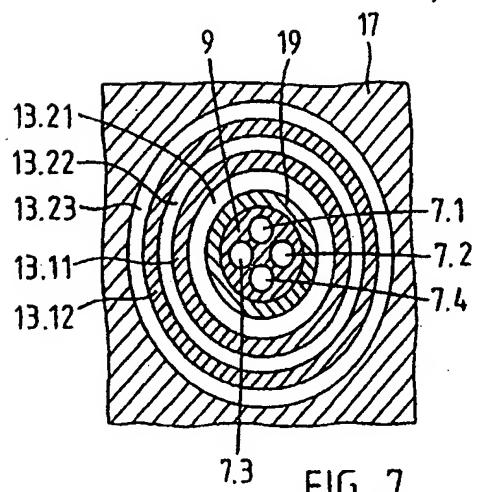
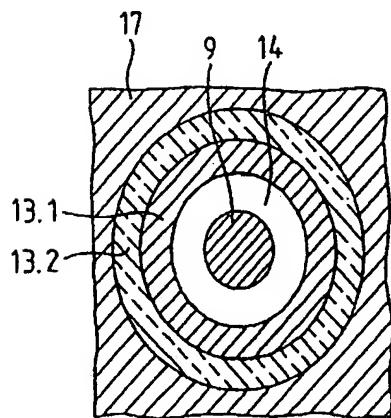
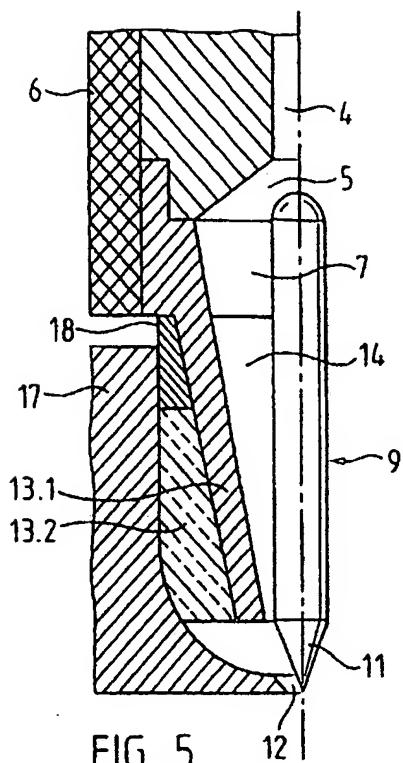
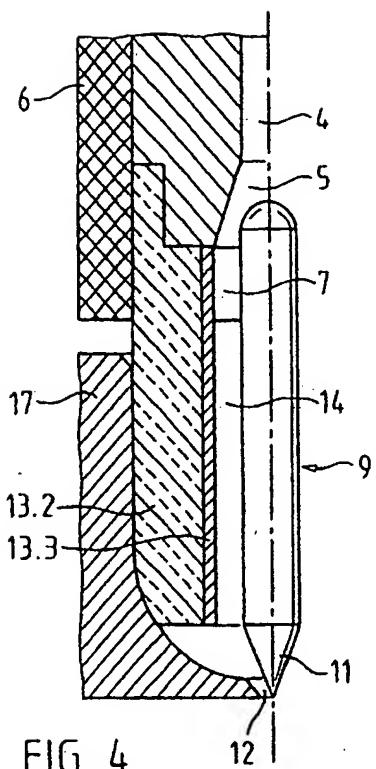


FIG. 3



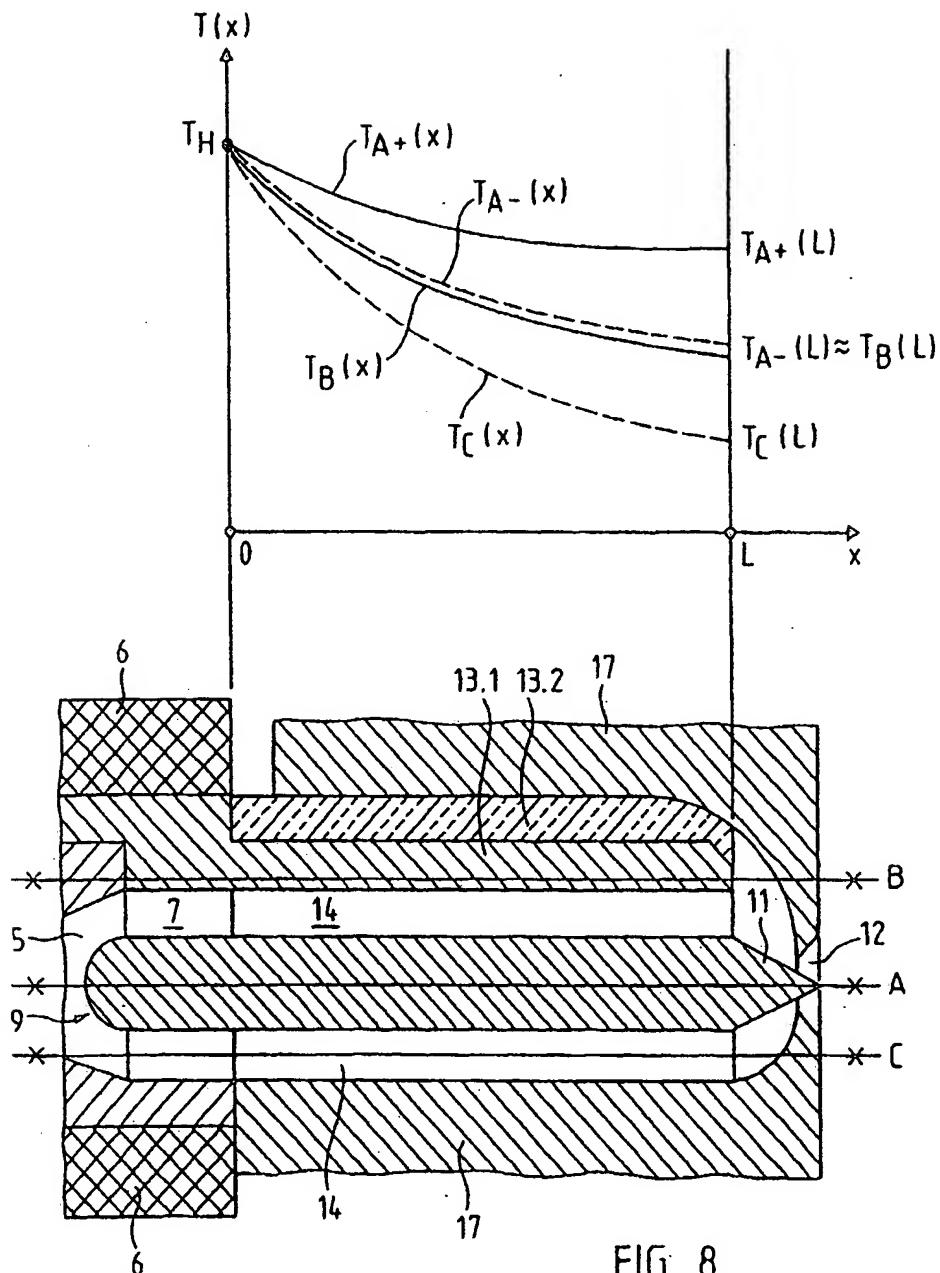


FIG. 8

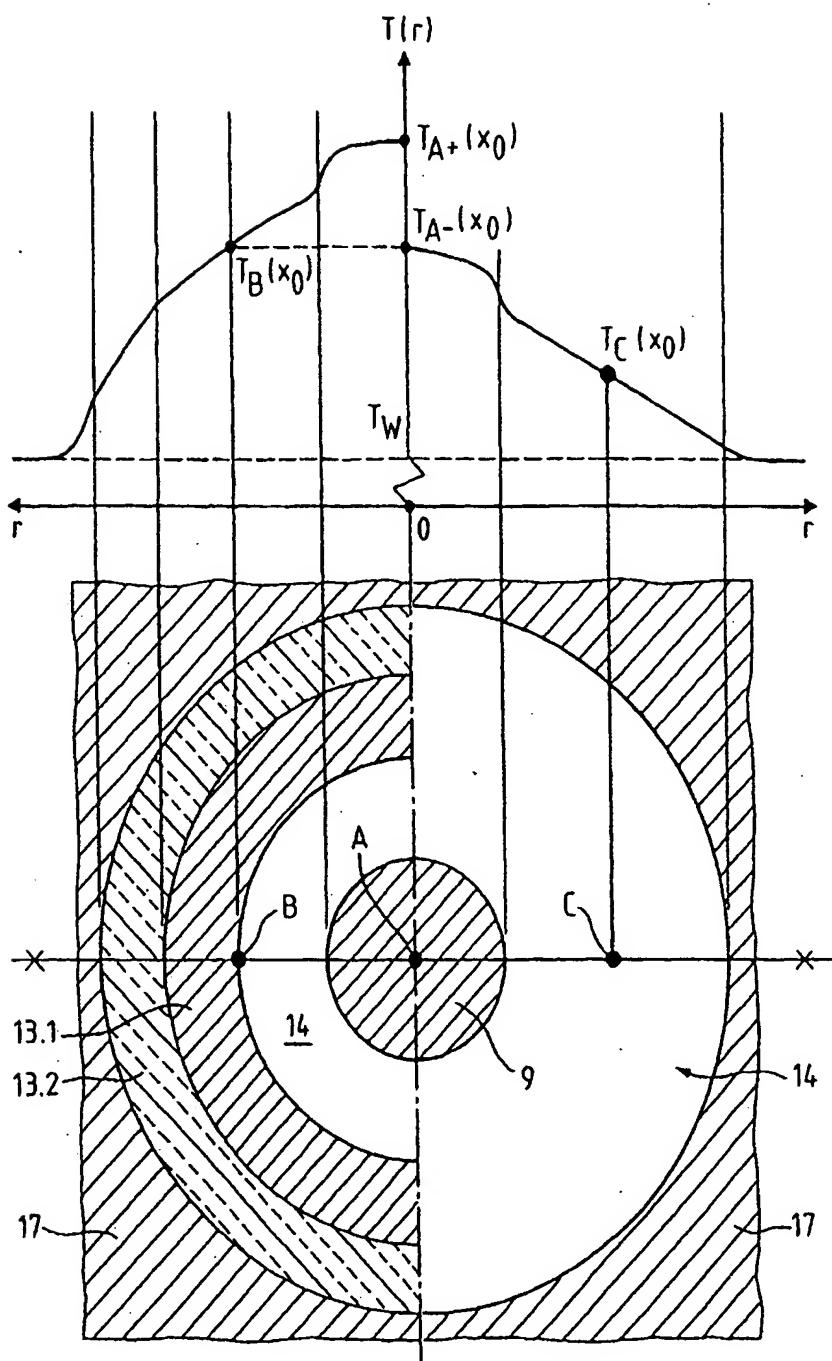


FIG. 9

TRANSLATION INTO ENGLISH OF:

Description of European Patent Specification

EP 0 835 176 B1

[0001] The present invention refers to a nozzle for the injection molding of plastics.

[0002] In an injection molding machine, plastic granules are normally first heated and liquefied to obtain a plastic melt. The plastic melt passes through a nozzle via a feed orifice at the nozzle head to a plastic molding. The nozzle has a heat source; the heat source can transmit heat to the nozzle, either as a direct heater on the nozzle body or indirectly by means of heat conduction from other parts of the apparatus. Unheated nozzles absorb heat from a manifold or hot runner block or from a heated cylinder of the injection molding machine.

[0003] A problem arising in such nozzles is always the temperature drop in the unheated nozzle part. In the area of the heat source, the temperature of the plastic melt is high, substantially equal to that of the heat source. On account of heat losses due to heat conduction, convection and radiation, however, the temperature of the plastic melt decreases with a rising distance from the heated area. At the feed orifice of the nozzle head, it may be substantially lower than in the heated area.

[0004] The temperature drop within the nozzle may lead to fatal interference with the whole processing sequence. As soon as the temperature of the plastic melt is below the crystallization melt point of the plastic, the molten material freezes, and the nozzle becomes inoperative. If the plant operator wishes to prevent or undo such a situation by raising the heating power, it may happen that the molten material gets damaged due to overheating in the heated area.

[0005] Apart from such interference, conventional injection molding nozzles have further drawbacks. The above-described problems make the operation and monitoring of the system personnel-intensive. Every plastic material can only be processed within a specific temperature window. That is why the nozzle must ideally be dimensioned for a specific plastic material in such a way that at its input the maximum processing temperature is not exceeded and at its output the minimum processing temperature is not fallen below. Hence, a processing of different plastics with the same nozzle may pose problems. Even if a specific nozzle observes the temperature range required for a specific plastic, a large temperature drop during processing may nevertheless have an adverse effect on both the flow properties of the plastic melt in the nozzle and the properties of the product. A renewed start of the system after a freezing of the plastic material in the nozzle may pose problems because during the heating-up operation the plastic material is already molten in the heated area, but may still be solid in the feed orifice area.

[0006] These drawbacks can be prevented in part when the nozzle is heated directly. As a consequence, however, other drawbacks must be accepted. The heater, mostly in the form of heater bands, the thermo-sensor needed for control and the necessary electrical lines and contacts are prone to failure. Moreover, they require a lot of space in the immersion area.

[0007] For attenuating the above-described problems a hot runner system with an indirectly heated heat-conducting torpedo is known, for instance, from the informative publication "Technische Kunststoffe: Berechnen – Gestalten – Anwenden. C.2.1 Heißkanalsystem indirekt beheizter Wärmeleittorpedo" of Hoechst AG, issued 1982, 4th edition. In such a hot runner system, a "heat-conducting torpedo", hereinafter called "torpedo", is positioned in the unheated nozzle part. Said torpedo is essentially a rod, which is flown around by the plastic melt, in the unheated nozzle part. It has a high thermal contact with the heated nozzle body and a high thermal conductivity. Thanks to these properties the torpedo transmits heat from the heated nozzle part

into the feed orifice area and ensures that the molding material stays molten up to and into the feed orifice area.

[0008] Although the temperature drop in the unheated nozzle part can be reduced slightly with the torpedo, this reduction is in general not sufficient to eliminate most of the above-described drawbacks. The torpedo can also not prevent a situation where a lot of heat flows off from the plastic melt to the outside into the injection mold. Although it supplies further heat through the middle of the channel, where the plastic melt flows, a great part of said heat is lost to the outside in an unhindered way. Furthermore, calculations show that thick-walled torpedoes and broad flow channels are needed for reducing the temperature drop. This has the effect that the unheated nozzle part has a relatively large diameter and occupies a lot of space.

[0009] Another technical measure for reducing the undesired temperature drop is described in patent specification US-4,268,241. According to this publication the unheated front part of the nozzle is provided with a heat-conducting tubular insert. This solution also mitigates the problem of a drop in temperature, but not in a satisfactory way. The unheated nozzle part is relatively long in the nozzle according to US-4,268,241, so that the temperature in the unheated nozzle part to the feed orifice decreases relatively rapidly. This drawback is due to the fact that the heater is secured by means of a screw nut to the nozzle. In this solution, too, relatively thick-walled inserts must be used, which in turn leads to an undesired large nozzle diameter.

[0010] It is the object of the present invention to reduce the drop in temperature in the injection molding nozzle below a critical value and to eliminate the above-described drawbacks of known devices for the injection molding of plastics.

[0011] The invention achieves this object by inserting one or several temperature-compensating elements in a special arrangement into the nozzle, as defined in the patent claims.

[0012] The nozzle according to the invention ensures a better heat distribution and thus a more stable temperature behavior in the critical zone of an injection molding nozzle. It uses one or more additional temperature-compensating elements whose effect is fundamentally based on the three physical phenomena heat conduction, heat insulation and/or heat reflection. Depending on the embodiment, these phenomena can be employed singly or in combination with one another. The heat conduction compensates for heat losses, and heat losses are reduced by heat insulation and/or heat reflection.

[0013] The temperature-compensating elements in the nozzle of the invention for the injection molding of plastics are additional elements in the nozzle which reduce the temperature difference between the heated area and the feed orifice of the nozzle head by means of heat conduction, heat insulation and/or heat reflection. They counteract the cooling of the plastic melt, thereby reducing the temperature drop in the plastic melt between the heated area and the feed orifice. In other words, they compensate the temperature of the plastic melt along its way through the nozzle and/or the nozzle head.

[0014] In a preferred embodiment, the temperature-compensating elements substantially surround the flow channel or annular slot in which the plastic melt flows through the nozzle and/or the nozzle head. A temperature-compensating element may e.g. be designed as a straight hollow cylinder or a tube. Several temperature-compensating elements may e.g. be designed as cylinder shells with different radii that are coaxially arranged in the nozzle and/or in the nozzle head. Such an arrangement can intensify the temperature-compensating effect in the nozzle.

[0015] The temperature-compensating effect of the temperature-compensating elements is based, as has been mentioned above, on heat conduction, heat insulation and/or heat reflection. A temperature-compensating element can thus have heat-conducting, heat-insulating and/or heat-reflecting properties. A heat-

conducting temperature-compensating element consists at least in part of one or several heat-conducting materials, for instance copper, a copper alloy or steel. It is in thermal contact with the heated area, it absorbs heat therefrom, conducts it towards the feed orifice and discharges it to the plastic melt, whereby heat losses are compensated. A heat-insulating temperature-compensating element shields the nozzle interior, a possibly existing torpedo and possibly other temperature-compensating elements thermally to the outside, thereby reducing heat losses of the plastic melt that are caused by heat conduction. It may consist of a heat-insulating material such as plastics or ceramics or also of an air layer. A heat-reflecting temperature-compensating element reflects heat back into the nozzle interior, thereby reducing heat losses of the plastic melt due to heat radiation. It may e.g. consist of an aluminum and/or chromium-nickel layer. In specific embodiments, it is not possible under certain circumstances to make an exact distinction between heat-conducting, heat-insulating and/or heat-reflecting temperature-compensating elements because a temperature-compensating element may inherently combine several of said thermal properties.

[0016] One or several temperature-compensating elements enhance the operational reliability of injection molding systems. On the one hand, they prevent a freezing of the molten material in the feed orifice under normal operating conditions; on the other hand, they ward the risk of a burning or overheating of the molten material by avoiding a manual readjustment. Moreover, thanks to the temperature-compensating element(s), the processing temperature of the molten material can be defined within a relatively small temperature range, so that one and the same nozzle can be used for processing different plastics. The flow properties of the plastic melt in the unheated nozzle part and the properties of the product can be controlled in an improved way. The apparatus of the invention is the one that permits the processing of flame-protected or thermally sensitive plastics or of plastics that have a narrow processing temperature window. It also eliminates the above-described problems during start of a system with plastic material frozen in the hot runners; as a result, operational interruptions are possible without any problem. Moreover, nozzles with

temperature-compensating elements can be dimensioned with smaller diameters and can thus be used in a more space-saving way. Moreover, if necessary, they may be made longer than has so far been possible.

[0017] The inventive nozzle comprising one or more temperature-compensating elements will now be described in detail with reference to figures, of which

Figs. 1-5 are schematic longitudinal sections through different embodiments of a nozzle according to the invention;

Figs. 6 and 7 are schematic cross-sections through different embodiments of a nozzle according to the invention;

Fig. 8 shows qualitative axial temperature curves in a nozzle according to the invention and in a nozzle according to the prior art and corresponding schematic longitudinal sectional drawings; and

Fig. 9 shows qualitative radial temperature curves in a nozzle according to the invention and in a nozzle according to the prior art and corresponding schematic cross-sectional drawings.

[0018] Fig. 1 schematically shows part of a nozzle of the invention for the injection molding of plastics in a longitudinal section; a torpedo, which also belongs to the nozzle according to the invention, is here not drawn so as to explain first of all the effect of a temperature-compensating element.

[0019] What can be seen in the illustration are a heated nozzle part 1 and an unheated nozzle part or nozzle head 2, and also a plastic molding 3. Plastic melt passes through a melt channel 4 into a nozzle head pre-chamber 5. A heat source 6 keeps the temperature T_H of the melt in the nozzle head pre-chamber 5 at a temperature T_H of typically about 300°C, which is constant in time and space and

adapted to the plastic material to be processed. The heat source 6 may be designed as a heater in the form of heater bands. A direct heater can also be omitted in the case of unheated nozzles; in an unheated nozzle, the heat source 6 is a manifold or a hot runner block or a heated cylinder of the injection molding machine. The plastic melt passes from the nozzle head pre-chamber 6 into a flow channel 8 and further to a feed orifice 12. The plastic melt is injected through the feed orifice 12 into the plastic molding 3. The unheated nozzle part 2 is immersed into a mold 17.

[0020] The components that have so far been described can also be found in conventional devices for the injection molding of plastics. The essential feature of the present invention is a temperature-compensating element 13, an additional element in a special arrangement in the nozzle with the task to minimize or reduce the temperature drop of the plastic melt in the nozzle. The temperature-compensating element 13 preferably surrounds the flow channel 8; in the example of Fig. 1, it even defines the outer boundary of the flow channel 8. Other geometrical arrangements are also possible, as will be shown further below. Fig. 1 only shows one temperature-compensating element 13; however, a nozzle according to the invention may also include several temperature-compensating elements in a special arrangement.

[0021] The temperature-compensating element 13 has a heat-conducting, heat-insulating and/or heat-reflecting effect, and it is preferably composed of materials that have at least one of said properties to a distinct degree. A heat-conducting temperature-compensating element 13 is in thermal contact with the heated area of the apparatus; in Fig. 1, for instance, with the heated nozzle part 1 or with the heater 6. It can thus absorb heat, as outlined by arrows 16, from the heated nozzle part and conduct the heat up to the feed orifice 12, along a length L. It thereby compensates heat losses through heat conduction. For instance, it may consist of copper, a copper alloy or steel. A heat-insulating temperature-compensating element 14 shields the nozzle head interior 8 and/or possible further temperature-compensating elements to the outside, for instance against mold 17. It may e.g. be formed from a heat-insulating material, such as plastics, ceramics or sintered ceramics, or it may also be

formed as an air layer or a vacuum layer. A heat-reflecting temperature-compensating element reflects heat, as outlined by arrows 15, back into the nozzle head interior 8, thereby reducing heat losses of the plastic melt that are caused by heat radiation. It may e.g. consist of an aluminum and/or chromium-nickel layer.

[0022] Fig. 2 shows a preferred embodiment of a nozzle according to the invention. The main components, heated nozzle part 1 and unheated nozzle part or nozzle head 2, have already been explained with reference to Fig. 1; likewise, the plastic molding 3, the melt channel 4, the nozzle head pre-chamber 5, the heater 6 and the mold 17. In addition, the nozzle shown in Fig. 2 is equipped with a torpedo 9. The torpedo 9 is indirectly heated by the heated nozzle part 1; arrows 10 indicate the corresponding heat flow. The plastic melt passes via several passages 7 to an annular slot 15 surrounding the torpedo 9 and finally past a torpedo tip 11 through the feed orifice 12 to the plastic molding 3.

[0023] In the embodiment shown in Fig. 2, there are two temperature-compensating elements: a heat-conducting temperature-compensating element 13.1 and a heat-insulating temperature-compensating element 13.2. The heat-conducting temperature-compensating element 13.1 is in thermal contact with the heated nozzle part 1, so that it can absorb heat, as outlined by arrows 16, from the heated nozzle part 1 and conduct said heat to the feed orifice 12, along a length L. The heat-insulating temperature-compensating element 13, which may e.g. be an air layer, shields the nozzle head interior, i.e. the torpedo 9 and the annular slot 8, as well as the heat-conducting temperature-compensating element 13.1, relative to the mold 17.

[0024] The heat-conducting temperature-compensating element 13.1 can be supported and/or guided or sealed with at least one heat-insulating support element 18 relative to a mold 17. The heat-conducting temperature-compensating element 13.1 may be in thermal contact with the torpedo 9 or even be made from the same piece as the torpedo 9.

[0025] Another embodiment of the nozzle according to the invention is shown in Fig. 3. Five temperature-compensating elements are here present: two heat-conducting temperature-compensating elements 13.11 and 13.12 as well as three heat-insulating temperature-compensating elements 13.21, 13.22 and 13.23. The temperature-compensating elements 13.11, 13.12, 13.21-23 are substantially arranged as coaxial straight hollow cylinders or tubes around the flow channel 8 and around an inner tube 19 of the nozzle, a heat-insulating element respectively following a heat-conducting temperature-compensating element, and vice versa, radially to the outside.

[0026] Such an arrangement of coaxial temperature-compensating elements 13.11, 13.12, 13.21-23 shows excellent temperature-compensating properties. The temperature slightly drops in the manner of a cascade to the outside. In the flow channel 8, however, a temperature drop can hardly be noticed along a length L of up to several centimeters. For instance, the length of the unheated nozzle part 2 may be chosen to be particularly large without any significant temperature drop arising in the nozzle.

[0027] In the embodiment of Fig. 3, there is no temperature-compensating element in contact with the plastic melt. This has the advantage that the temperature-compensating elements 13.11, 13.12, 13.21-23 need not be mechanically stable and abrasion-resistant and can thus be optimized with respect to their thermal properties. The inner tube 19 of the nozzle that is in contact with the plastic melt may e.g. consist of hot-work steel, and the heat-conducting temperature-compensating elements 13.11 and 13.12 of a copper alloy. The heat-insulating temperature-compensating elements 13.21-23 may e.g. be air layers or air gaps. The torpedo 9 may e.g. consist of molybdenum.

[0028] A further advantage of the embodiment of Fig. 3 is that different temperature expansions of nozzle and mold 17 can thus be compensated, for the air layers

13.21-23 permit deformations of the melt pipes 13.11, 13.12 to a certain degree, thereby permitting small displacements of the nozzle relative to the mold 17 in radial direction. The solution of the temperature expansion problem is particularly important in multi-head nozzles.

[0029] A further embodiment of the nozzle of the invention is shown in Fig. 4, for reasons of symmetry substantially only one half. The geometrical arrangement is similar to the one in Fig. 2. The essential difference is that the nozzle of Fig. 4 is a combination of a heat-reflecting temperature-compensating element 13.3 and a heat-insulating temperature-compensating element 13.2. Further combinations of heat-conducting, heat-insulating and heat-reflecting temperature-compensating elements 13.1, 13.2 and 13.3, which are here not shown, are possible and also pertain to the invention.

[0030] Figs. 5-7 deal with the geometrical shape of the temperature-compensating elements; their inner structure, nature and physical function play a minor role. In Figs. 1-4, the temperature-compensating elements 13 and 13.1, respectively, 13.2 and 13.11, respectively, 13.12, 13.21-23 have the shape of straight hollow cylinders or tubes. This need not necessarily be the case; other shapes might turn out to be of advantage for thermodynamic or hydrodynamic reasons. An example thereof is given in Fig. 5. The heat-conducting temperature-compensating element 13.1 has the shape of a hollow straight truncated cone which is downwardly converging. In the upper part of the nozzle, a "reservoir" is thus formed.

[0031] Figs. 6 and 7 show schematic cross-sections through nozzles according to the invention. Fig. 6 shows a cross-section through the plane designated by VI-VI in Fig. 2. The temperature-compensating elements 13.1 and 13.2 have the shape of concentric circular rings with different radii when viewed in cross section. Fig. 7 shows a cross section through the plane designated by VII-VII in Fig. 4. The temperature-compensating elements 13.11, 13.12, 13.21-23 have the shape of concentric circular rings with different radii when viewed in cross-section.

Combinations of the illustrated examples, as well as other geometrical cross-sectional shapes of the temperature-compensating elements, which need not be in circular symmetry, are of course possible.

[0032] Figs. 8 and 9 deal with temperature curves in the nozzle. An example under consideration is a nozzle according to the invention with a heat-conducting temperature-compensating element 13.1, a heat-insulating temperature-compensating element 13.2 and a torpedo 9; as in Figs. 2 and 6. When the temperature-compensating element(s) has/have a different physical function, when they have a different geometrical form than the one shown, or when the torpedo 9 is missing, the temperature curves may slightly change. The advantageous effect of the temperature-compensating elements is however the same, i.e., upholding the molten material temperature as much as possible with respect to the feed orifice 12.

[0033] In Fig. 8, qualitative axial temperature curves are considered with temperature-compensating elements and without temperature-compensating elements. The associated longitudinal section through the nozzle is also shown schematically, the situation with temperature-compensating elements being illustrated in the upper longitudinal section half and the situation without temperature-compensating elements in the lower longitudinal section half.

- $T_{A+}(x)$ designates the torpedo temperature along section A with temperature-compensating elements 13.1, 13.2;
- $T_{A-}(x)$ designates the torpedo temperature along line A without temperature-compensating elements;
- $T_B(x)$ designates the temperature on the inside of the innermost temperature-compensating element 13.1 along line B; and
- $T_C(x)$ designates the molten material temperature along line C without temperature-compensating elements,

each as a function of the spatial coordinate x.

[0034] In the nozzle head pre-chamber 5, the heater 6 keeps all elements and the plastic melt at the temperature T_H of typically 300°C. Without a temperature-compensating element the torpedo temperature $T_A(x)$ decreases because of heat losses in the mold 17 at a typical temperature of 100°C with a rising x to the value $T_A(L) (< T_H)$ at the torpedo tip 11. The molten material even suffers greater heat losses without temperature-compensating elements, so that its temperature $T_C(L)$ at the feed orifice 12 is considerably lower than $T_A(L)$.

[0035] By contrast, with temperature-compensating elements, the torpedo temperature $T_{A+}(x)$ decreases only slightly with a rising x to the value $T_{A+}(L) (> T_A(L))$ at the torpedo tip 11. The temperature $T_B(x)$ on the inside of the innermost temperature-compensating element 13.1 decreases with a rising x , but less strongly than $T_C(x)$, for the temperature-compensating element 13.1 is an efficient heat conductor and is in thermal contact with the heated nozzle part 1. Calculations and practical experiences confirm the intuitive assumption that for the present arrangement the temperature $T_B(x)$ on the inside of the temperature-compensating element 13.1 is about $T_{A+}(x)$. Hence, to sum up, the following relations can be formulated between the temperatures under consideration:

$$T_H > T_{A+}(L) > T_{A-}(L) = T_B(L) > T_C(L).$$

[0036] The molten material temperature $T_S(x)$ is between $T_{A+}(x)$ and $T_B(x)$ in the situation with temperature-compensating elements:

$$T_{A+}(x) \geq T_S(x) \geq T_B(x).$$

[0037] In Fig. 9, qualitative radial temperature curves are regarded at a fixed location x_0 , where $0 < x_0 \leq L$. The abscissa is radius r . The associated cross-section through the nozzle is also shown schematically. The situation with temperature-compensating elements is shown in the left half of the figure and the situation without temperature-

compensating elements in the right half of the figure. Letters A, B and C correspond to the lines defined in Fig. 8. With temperature-compensating elements and without temperature-compensating elements, the temperature decreases to the outside to the mold temperature T_w . The advantageous effect of the temperature-compensating elements becomes here visible again: They have the effect that the molten material temperature $T_s(x_0)$ and the torpedo temperature $T_{A+}(x_0)$ are higher than without temperature-compensating elements. As already discussed with reference to Fig. 8, the temperature $T_B(x_0)$ on the inside of the innermost temperature-compensating element 13.1 is about the same as the torpedo temperature $T_{A-}(x_0)$ without temperature-compensating elements. The molten material temperature $T_s(x_0)$ is with the temperature-compensating element higher than $T_B(x_0)$, without a temperature-compensating element it is lower than $T_{A-}(x_0)$. The following relations can thus be formulated between the temperatures under consideration:

$$T_{A+}(x_0) > T_{A-}(x_0) = T_B(x_0) > T_s(x_0) > T_w$$

[0038] The molten material temperature $T_s(x_0)$ is between $T_{A+}(x_0)$ and $T_B(x_0)$ in the situation with temperature-compensating elements:

$$T_{A+}(x_0) \geq T_s(x_0) \geq T_B(x_0).$$

[0039] The temperature curves for another arrangement of temperature-compensating elements should here be easily adaptable as well; this does not alter the basic observations in any way.